

# 갑상선암 수술 중 우연히 발견된 고칼륨혈증

장철호, 송현직, 고상민

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실 및 마취통증의학연구소

## Unanticipated hyperkalemia during thyroid cancer surgery

Chul Ho Chang, Hyunjik Song, Sangmin Ko

Department of Anesthesiology and Pain Medicine and Anesthesia and Pain Research Institute, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

This scenario was designed to teach the diagnosis and treatment of hyperkalemia. Hyperkalemia is a life-threatening disorder, which can cause an arrhythmia that can lead to cardiac arrest. Along with identifying a change in electrocardiogram (ECG) followed by hyperkalemia, history-taking associated with hyperkalemia is important for diagnosis. There are multiple causes of hyperkalemia including chronic kidney disease, diabetes, and some medications such as renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors and nonsteroidal anti-inflammatory drugs. The most important thing is to make a differential diagnosis and provide proper treatment immediately.

**Keywords:** Anesthesia, Hyperkalemia, Thyroid cancer surgery, Simulation training, History-taking

### 서 론

이 시나리오는 고칼륨혈증의 원인 감별 및 치료를 학습하기 위해 개발되었다. 혈중 칼륨 농도는 다양한 원인에 의해 상승이 가능하며, 농도가 높아질 경우 심정지와 같은 심각한 상황이 초래될 수 있으므로 주의를 해야 하는 전해질이다.<sup>1</sup> 수술 중 혈액검사를 통하여 비교적 쉽게 알 수 있으며, 검사를 진행하기 전에 높은 T파와 같은 심전도 변화로도 알 수 있지만, 심전도의 변화를 쉽게 감지하지 못한다는 어려운 점이 있다. 따라서 사전에 혈중 칼륨 농도가 상승할 수 있는 과거력이 있는지 파악하는 것이 중요하며, 수술 중 수술 상황이나 우리가 환자에게 투여하는 수액, 약물 중 칼륨 수치에 변화를 줄 수 있는 것이 있는지 생각을 하여 감별진단을 하고 적절한 치료를 하는 것이 중요하다.

### 증 례

환자는 고혈압, 당뇨, 만성신부전 과거력을 갖고 있으며,

갑상선암에 대하여 갑상선 전절제술 및 양측 변형 근치목 수술을 받기 위해 수술실에 들어와 마취 후 수술을 받는 중이다. 마취 유도 직전 환자 혈압이 높게 측정되어 동맥혈 모니터링을 하였으며, 동맥혈 모니터링을 하며 나간 동맥혈가스분석에서 칼륨 수치를 포함하여 특이 소견이 없었다. 그런데 수술이 마무리되어 갈 때 동맥혈가스분석을 재시행하였고, 이 때 칼륨 수치가 갑작스럽게 증가된 것이 발견되었다. 이에 대하여 참가자들은 원인을 감별 해야 하며, 고칼륨혈증을 의심할 만한 활력징후 및 임상적 상황은 없었는지 생각해보아야 한다. 이러한 과정을 수행 후 적절한 치료약물을 선택하여 투약한 뒤 혈중 칼륨 농도를 낮출 수 있어야 하며, 추후 치료 방향에 대해서도 알고 있어야 한다.

### 고 찰

고칼륨혈증은 혈중 칼륨 수치가 증가한 상태로 생명에 큰 위협이 될 수 있다. 고칼륨혈증의 경우 수술 중 동맥혈 가스분석이나 화학검사를 통하여 쉽게 발견할 수 있으나,

**Corresponding author: Chul Ho Chang**

Department of Anesthesiology and Pain Medicine and Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, Korea  
Tel: +82-2-2019-3520, Fax: +82-2-3463-0940, Email: anezsang@yuhs.ac

Received: March 31, 2020 Revised: May 12, 2020 Accepted: May 26, 2020

통상적으로 짧은 수술에서는 진행하지 않기 때문에 환자에게 고칼륨혈증과 관련된 과거력이 있다면 수술의 규모와 무관하게 검사를 나가보는 것이 좋다. 다양한 원인에 의해 고칼륨혈증이 유발 될 수 있다. 가장 먼저 잘못된 채혈 혹은 검체 처리로 인해 허위고칼륨혈증이 나타날 수 있으며,<sup>2</sup> 이는 재검 혹은 적절한 채혈 방식으로 재확인하는 것이 중요하다. 칼륨이 풍부한 음식 섭취 및 화상, 외상의 경우도 흔하며, 만성신부전 및 안지오텐신 전환효소 저해제 및 비스테로이드성 소염진통제 또한 원인이 될 수 있다.<sup>3</sup> 만성신부전과 관련된 고칼륨혈증의 경우, 혈액투석 혹은 복막투석을 받는 환자에서 고칼륨혈증은 전반적인 사망률의 증가와 연관되어 있다.<sup>4</sup> 투석을 받지 않지만 사구체여과율이 정상 수치보다 낮은 만성신부전 환자의 경우도 마찬가지로 고칼륨혈증과 사망률이 연관되어 있어, 만성신부전의 과거력이 있는 환자는 전해질 수치를 확인하는 것이 중요하다.<sup>5</sup> 이 증례에서는 고칼륨혈증을 발견하였을 때 어떠한 약제를 사용하여 교정을 진행할 것인지, 각 약제를 사용할 때 함께 고려해야 할 다른 검사결과들에 이상이 없는지 확인을 하는 것이 중요하다. 또한 교정을 하지 않았을 때 큰 문제가 될 수 있는 심장관련 합병증들에 대하여 생각을 하고, 심전

도 리듬 변화를 보여줌으로써 문제가 심화되고 있음을 인지하도록 해야 한다.

## REFERENCES

1. Montford JR, Linas S. How dangerous is hyperkalemia? J Am Soc Nephrol. 2017;28(11):3155-65. doi: 10.1681/ASN.2016121344
2. Salek T. Pseudohyperkalemia - Potassium released from cells due to clotting and centrifugation - a case report. Biochem Med. 2018;28(1):1-5. doi: 10.11613/BM.2018.011002
3. Palmer BF, Clegg DJ. Diagnosis and treatment of hyperkalemia. Cleve Clin J Med. 2017;84(12):934-42. doi: 10.3949/ccjm.84a.17056
4. Karaboyas A, Zee J, Brunelli SM, Usvyat LA, Weiner DE, Maddux FW, et al. Dialysate potassium, serum potassium, mortality, and arrhythmia events in hemodialysis: Results from the dialysis outcomes and practice patterns study (DOPPS). Am J Kidney Dis. 2017;69(2):266-77. doi: 10.1053/j.ajkd.2016.09.015
5. Miller RD. Miller's anesthesia. 8th ed, Philadelphia PA: Saunders, 2015. pp1767-810.

## Appendix

### 1. 시나리오 정보

시나리오 제목: “칼륨 수치가 높아진 40세 남자”

환자이름: 김지훈

시나리오 개발 시기: 2020년 3월

교육대상: 의과대학생, 간호학생, 전공의 이상의 의사직, 임상간호사

### 2. 시나리오의 교육 목표와 진행 방법

- 1) 교육의 근거  
고칼륨혈증의 원인 감별 및 치료를 목표로 한다.
- 2) 교육 목표
  - (1) 고칼륨혈증의 원인을 알고 감별 진단할 수 있다.
  - (2) 고칼륨혈증의 진단 검사 결과를 설명할 수 있다.
  - (3) 고칼륨혈증의 치료를 할 수 있다.
- 3) 시뮬레이션 실습 이전에 필요한 강의 계획
  - (1) 고칼륨혈증의 정의와 발생원인에 대하여 이해한다.
  - (2) 고칼륨혈증의 치료방법을 설명한다.
- 4) 시뮬레이션 상황에서의 실행목표
  - (1) 고칼륨혈증 환자의 과거력 파악을 할 수 있다.
  - (2) 고칼륨혈증 환자의 진단검사 결과를 파악할 수 있다.
  - (3) 고칼륨혈증 환자에게 적절한 치료약물을 투여할 수 있다.
  - (4) 추후 치료 방향을 설계할 수 있다.
- 5) 디브리핑에서의 교육목표
  - (1) 고칼륨혈증의 원인을 말한다.
  - (2) 혈액가스 검사 결과를 분석할 수 있다.
  - (3) 치료약물의 선택 및 투여의 근거를 설명한다.
  - (4) 참가들의 업무분담이 적절했는지 설명한다.
- 6) 실습 참가자들의 학습을 위한 질문
  - (1) 고칼륨혈증은 왜 위험할까요?
  - (2) 고칼륨혈증을 교정하기 위한 치료방법들을 분류해볼 수 있나요?
  - (3) 고칼륨혈증 교정 시 주의해야할 점은 무엇인가요?
- 7) 참고문헌  
Miller's anesthesia, 8E
- 8) 시뮬레이션 실습 이전에 필요한 강의 계획  
고칼륨혈증의 원인과 치료 (파워포인트)
- 9) 평가방법  
체크리스트

### 3. 준비 방법

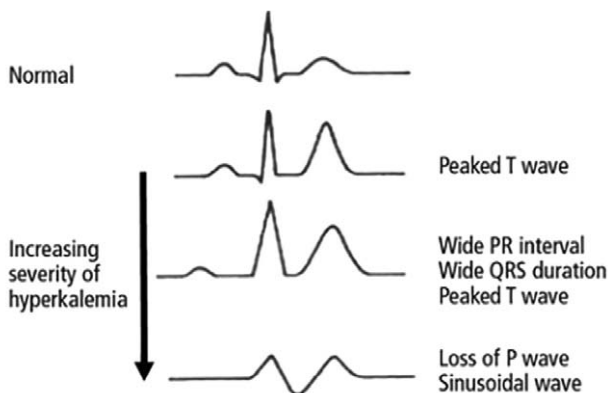
- 1) 필요한 모니터
  - 자동 혈압계 (동맥혈 혈압계)
  - 심전도 모니터
  - 산소포화도 모니터
  - 체온계
  - 호기말 이산화탄소 측정기
- 2) 기타 필요장비 목록
  - 응급 카트
  - 제세동기
- 3) 약물과 수액 목록
  - Normal saline 1 L
  - Hartman solution 1 L
  - Plasma solution A 1 L
  - Glucose 50% 100 cc
  - Epinephrine
  - Atropine
  - Phenylephrine
  - Ephedrine
  - Sodium bicarbonate (Bivon®)
  - CaCl

Mg  
KCl  
Fusosmide (Lasix®)  
Regular insulin (Humulin R®)

- 4) 기타 필요 자료
  - (1) 12 lead 심전도
  - (2) 동맥혈가스분석
  - (3) 전혈구검사, 전해질검사
- 5) 준비시간
  - (1) 장비 확인 및 준비: 10분
  - (2) 시뮬레이션: 10~20분
  - (3) 디브리핑: 20분
- 6) 실습실과 환자(시뮬레이터) 준비방법  
환자(시뮬레이터)는 수술대에 누워 마취된 채로 수술을 받고 있는 상태이다.

#### 4. 시나리오 개요

- 1) 시나리오 소개  
이 환자는 갑상선암 진단을 받고 갑상선 전 절제술 및 양측 변형 근치목수술을 받기 위해 수술에 들어갔습니다. 수술 중 특이 문제없이 수술이 마무리되어 가는 과정에서 마무리 혈액검사를 나갔고, 검사 결과 칼륨 수치가 6.1mEq가 나와서 연락이 왔습니다.
- 2) 진단명  
신부전에 의한 고칼륨혈증
- 3) 시뮬레이션 진행을 위한 배경 지식
  - (1) 고칼륨혈증의 원인
    - <1> 허위고칼륨혈증  
진단검사를 위해 동맥혈 라인으로부터 검체를 채취하는 과정에서 지나치게 힘을 주거나, 혹은 검체 자체가 오염된 경우 검사 결과 자체가 잘못 나오는 경우가 있다. 특히 채취 과정에서 힘을 줄 경우 세포 용해가 일어나 세포 내의 칼륨이 바깥으로 빠져나옴으로써 검사 결과로 고칼륨혈증이 나올 수 있다. 갑작스럽게 검사 결과가 높게 나올 경우 바로 재검을 나가보는 것이 환자에게 잘못된 약물 투여를 막을 수 있다.
    - <2> 칼륨 섭취 증가  
과일류와 같은 칼륨이 풍부한 음식을 섭취한 경우 농도가 증가할 수 있다. 이 경우 그 후 검사에서 갑작스럽게 수치가 증가하는 경우는 드물지만 가능성을 염두에 두고 있어야 한다.
    - <3> 체내의 칼륨 이동  
기본적으로 체내에서 칼륨은 세포내외에서 적절한 농도를 이루며 존재하고 있다. 그런데 대사성 산증이나 탈분극성 근신경차단제의 사용, 극심한 단백질의 이화작용 등이 발생할 경우 체내 칼륨이 이동하여 고칼륨혈증이 발생할 수 있다.
    - <4> 조직 손상  
수술로 인하여, 혹은 그 외의 요인으로 조직이 손상되는 경우 칼륨 농도가 증가할 수 있다.
    - <5> 인슐린 부족  
인슐린과 카테콜아민은 칼륨의 분포에 중요한 영향을 미치는데, 특히 인슐린의 경우 당조절을 하는 것뿐 아니라 칼륨을 세포내에 함께 이동시키는 역할을 하고, 이 것이 문제가 될 경우 고칼륨혈증이 나타날 수 있다.
    - <6> 신배설 기능의 저하  
칼륨의 경우 신장을 통하여 농도 조절이 이루어지는데, 신부전, 신장 손상, 칼륨 보존 이뇨제 등의 사용으로 인하여 신장을 통한 칼륨 배출이 원활하게 이루어지지 않게 될 경우 고칼륨혈증이 나타날 수 있다.
  - (2) 고칼륨혈증의 임상 양상  
신경학적으로 팔 다리의 경련이나 떨림 증상, 심하면 사지 마비 증상이 생길 수 있다.  
특히 심장에 중요한 역할을 하고 있어 ECG의 변화를 주의 깊게 살펴야 한다. 칼륨 농도에 따라 다음과 같은 ECG의 변화를 야기할 수 있으며, 최후로 심정지 사태까지 발생할 수 있다.



고칼륨혈증은 심근세포의 안정막전압을 낮추고 활동전위와 상승 속도를 감소시킨다. 이로 인해 심실의 탈분극이 불안정해져 탈분극과 재분극이 조화롭게 일어나지 않는 상황이 벌어지기 시작하면서 점점 QRS 파가 넓어지게 되고 T wave와 합쳐지면서 궁극적으로 Sine 파의 모습으로 심전도가 나타나게 된다. 좀 더 자세히 보자면, 보통 칼륨 수치가 5.5~6.5 mEq/L를 넘어서기 시작하면 T 파가 점점 뾰족하고 얇아지기 시작한다. 그 후 6.5~7.5 mEq/L 정도가 되면 PR 간격이 길어지기 시작하고, 7.5 mEq/L가 넘어가면 QRS파가 넓어진다. 이러한 변화를 거쳐 9 mEq/L 이상이 되면 Sine 파 형태로 나타나게 되며, 상심실성빈맥, 심방세동, 심실빈맥, 심실세동, 동정지 등 다양한 부정맥이 나타날 수 있다.

### (3) 고칼륨혈증의 치료

#### <1> 칼슘, 인슐린

심전도와 심근세포의 이상은 혈액 내 칼슘과 나트륨 농도가 낮으면 더 심해질 수 있다. 따라서 나트륨이 들어있는 수액이나 중탄산염, 인슐린과 글루코즈, 칼슘을 투여함으로써 세포 외 칼륨을 세포 내로 이동시켜 막전위를 안정화시킬 수 있다.

칼슘의 경우 보통 칼륨 수치가 6.5 mEq/L 가 넘을 때 염화칼슘이나 칼슘 글루코네이트를 통하여 약 300 mg 정도를 주며, 보통 수분 내로 효과가 나타나며 30~60분 정도 지속된다.

인슐린은 칼륨 수치가 6.0 mEq/L를 넘을 때 10~20 단위 정도를 투여하며, 저혈당을 막기 위해 50% 글루코즈 50 ml에 섞어 주거나 함께 준다. 보통 10~20분 내로 효과가 나타나며 4~6시간 정도 지속된다.

#### <2> 베타 아드레날린 작용제

대표적으로 알부테롤을 사용하면 고칼륨혈증을 막을 수 있다. 예로 70 kg의 환자에게 20 mg의 알부테롤을 분무하면 30분 내로 1.0 mEq/L 정도의 칼륨 농도를 낮출 수 있으며 효과가 2시간 정도는 지속된다.

#### <3> 이뇨제

이뇨제 중에서도 furosemide와 같이 K-sparing을 하지 않는 이뇨제(Thiazide, Loop diuretics)의 경우 신장을 통해 소변으로 칼륨 배출을 증가시켜 칼륨 농도를 감소시킬 수 있다.

보통 칼륨 수치가 6.5 mEq/L 이상 일 때 혹은 중등도 이상의 고칼륨혈증이 나타날 때 20~40 mg 정도를 투여하며 충분한 수액을 함께 주는 것이 좋다.

#### <4> 관장

케이엑살레이트 관장을 하게 되면 장관 내에서 칼륨과 결합되어 칼륨을 배출시킬 수 있다.

#### <5> 투석

투석을 통하여 칼륨을 인위적으로 제거하여 칼륨 농도를 낮출 수 있다.

#### <6> 고환기

환기량을 조절하면 체내의 이산화탄소 분압을 조절할 수 있고, 이를 통해 혈액의 산도를 어느정도 조절할 수 있다. 그리고 혈액 산도 조절을 하는 완충 작용 중 세포 내의 칼륨과 세포 외의 수소이온을 교환하여 조절하는 기전이 있는데, 이는 결국 환기량 조절을 통해 혈중 칼륨 농도를 조절할 수 있도록 한다. 따라서 고환기를 통하여 혈중 칼륨을 세포 내로 이동시켜 혈중 칼륨 농도를 낮출 수 있고, 특히 인공호흡 중인 환자에서는 인위적인 환기량 조절이 쉽게 가능하므로 이를 통해 고칼륨혈증을 조절할 수 있다.

### 4) 시뮬레이션 운영 시 주의 사항

10~20분 정도 시나리오를 진행한다. 순서는 검사 수치 확인, 활력징후 및 모니터링 확인, 환자 병력 확인, 치료방향 설정, 치료 후 결과 추이보기의 순으로 이루어진다. 20분이 지나도 실행 목표를 완수하지 못하면 시나리오 진행을 멈추게 된다.

## 5. 시나리오 개요(학생용)

### 1) 시나리오 소개

40세 김지훈씨는 갑상선암에 대하여 갑상선 전 절제술 및 양측 변형 근치목수술을 받기 위해 수술방에 입실하였다. 하트만 수액을 기본 수액으로 사용하였으며, 입실 혈압이 170/110 mmHg로 높아 동맥혈 모니터링을 실시하였고, 수술 시작 직전 동맥혈가스검사를 나갔다. 검사상 특이 소견 없었으며 수술은 큰 출혈이나 이벤트 없이 4시간 가량 진행되었다. 그런데 수술이 마무리될 무렵 시행한 동맥혈가스분석상 칼륨 수치가 6.1 mEq가 측정되었다.

### 2) 환자의 추가적인 정보 및 병력

(1) 남자 40세 183.6 cm 101.4 kg

(2) 병력: 고혈압, 당뇨, 만성 신부전, B형 간염 보균자

(3) 과거력: 2017년 Cr수치가 높아 그 후로 계속 신장내과 외래에서 경과 관찰 중이며, 금번 이전까지 진행한 모든 검사에 특이 이상 소견은 없었음. 평소 자가 소변 이상 없음.

(4) 자가약: 혈압약(암로디핀)

### 3) 학생들의 학습을 위한 참고자료

(1) Miller's anesthesia 8E

## 6. 환자의 임상정보

### 1) 문진

의식: 마취되어 있음

심혈관계: 마취전 170/110 mmHg 80 회/분, 시뮬레이션 시작 시 120/80 mmHg 80회/분

특별한 승압제/승하제 사용이 없다면 혈압은 100/60~130/90 사이로 안정되게 유지.

맥박수 역시 70~85회/분 사이로 안정되게 유지.

심전도: NSR에서 시간이 지나면서 점점 T파가 얇고 뾰족해지도록 함.

별다른 처치 없이 4분이 지나면 PR 간격이 길어지게 함.

별다른 처치 없이 추가로 4분이 지나면 QRS파가 넓어지게 함.

별다른 처치 없이 추가로 4분이 지나면 Sine 파 형태로 나타나게 하며, 1분 후 Arrest.

호흡계 기능: 기계호흡 받는 중. 특이 사항 없음.

벤틸레이터 세팅: TV 500 ml / RR 14회/min / PEEP 5 hPa / peak pressure 18 hPa / FiO<sub>2</sub> 0.5

신장/간 기능: 간기능 이상 없음. BUN/Cr 48/3.05 eGFR 23, 자가 소변 보는데 이상 없음.

내분비 기능: T3/T4/TSH 1.08/0.81(L)/3.41

혈액: 특이사항 없음

동맥혈검사분석: pO<sub>2</sub> 120~200 mmHg 사이로 특이문제 없이 유지.

pCO<sub>2</sub> 마취 초기 35 mmHg / 시뮬레이션 시작 시 40~45 mmHg

벤틸레이터의 1회 환기량이나 호흡수에 따라 유동적으로 변화.

올릴 시 30~40 mmHg 사이, 낮출 시 45~50 mmHg

2) 현재 복용중인 약물과 알러지 병력

혈압약 Amlodipine 당뇨약 Galvus / 알러지 없음

3) 진단검사 영상 검사 결과

(1) 단순흉부촬영검사: 특이 질환 없음

(2) 심전도: Normal sinus rhythm 68, Normal ECG

(3) 동맥혈가스분석

#### 마취 유도 후 동맥혈가스분석

수술실 Arterial Blood Gas Analysis (ABGA)	pH	7.430	7.35~7.45		결과	2019-08-09 13:54
	pCO <sub>2</sub>	35.0	35~45	mmHg	결과	2019-08-09 13:54
	pO <sub>2</sub>	180.0	83~108	mmHg	H 결과	2019-08-09 13:54
	tHb	13.2		g/dL	결과	2019-08-09 13:54
	BE-ECF	-1.1		mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
	BE-B	-0.7		mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
	SBC	24.3		mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
	HCO <sub>3</sub> -	23.2	21~28	mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
	TCO <sub>2</sub>	24.3	22~29	mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
	SO <sub>2</sub> %	97.7	95~98	%	결과	2019-08-09 13:54
	O <sub>2</sub> Content	18.1	0~9	mL/dL	H 결과	2019-08-09 13:54
	A	312.8		mmHg	결과	2019-08-09 13:54
	AaDO <sub>2</sub>	132.8		mmHg	결과	2019-08-09 13:54
	a/A	0.6			결과	2019-08-09 13:54
	pO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	230.0		mmHg	결과	2019-08-09 13:54
	Hct	35.0		%	결과	2019-08-09 13:54
	%FiO <sub>2</sub>	50.0		%	결과	2019-08-09 13:54
수술실 Na		139.0	135~145	mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
수술실 K		4.9	3.5~5.5	mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
수술실 Cl		109	98~110	mmol/L	결과	2019-08-09 13:54
수술실 Ca <sup>++</sup> (Ionized)		4.29	4.5~5.2	mg/dL	L 결과	2019-08-09 13:54



## 시뮬레이션 시작 동맥혈가스분석

Arterial Blood Gas Analysis (ABGA)	pH	7.323	7.35~7.45		L	결과	2019-08-09 15:55
	pCO2	43.2	35~45	mmHg	H	결과	2019-08-09 15:55
	pO2	212.0	83~108	mmHg	H	결과	2019-08-09 15:55
	tHb	11.6		g/dL		결과	2019-08-09 15:55
	BE-ECF	-4.1		mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
	BE-B	-2.6		mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
	SBC	22.3		mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
	HCO3-	21.0	21~28	mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
	TCO2	22.1	22~29	mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
	SO2%	99.9	95~98	%	H	결과	2019-08-09 15:55
	O2 Content	16.8	0~9	mL/dL	H	결과	2019-08-09 15:55
	A	104.5		mmHg		결과	2019-08-09 15:55
	AaDO2	-		mmHg		결과	2019-08-09 15:55
	a/A	2.0				결과	2019-08-09 15:55
	pO2/FiO2	1014.2		mmHg		결과	2019-08-09 15:55
	Hct	35.0		%		결과	2019-08-09 15:55
Ca++ (Ionized)		4.45	4.5~5.2	mg/dL	L	결과	2019-08-09 15:55
Mg++(Ionized)		1.42	1.09~1.46	mg/dL		결과	2019-08-09 15:55
Glucose		144	70~110	mg/dL	H	결과	2019-08-09 15:55
Na		138.4	135~145	mmol/L		결과	2019-08-09 15:55
K		6.1	3.5~5.5	mmol/L	H	결과	2019-08-09 16:09
Cl		111	98~110	mmol/L	H	결과	2019-08-09 15:55
Lactate		0.7	0.5~1.6	mmol/L		결과	2019-08-09 15:55

CaCl<sub>2</sub>, Regular Insulin, Furosemide 모두 투여 후 동맥혈가스분석

Arterial Blood Gas Analysis (ABGA)	pH	7.393	7.35~7.45			결과	2019-08-09 17:31
	pCO2	34.2	35~45	mmHg	L	결과	2019-08-09 17:31
	pO2	134.3	83~108	mmHg	H	결과	2019-08-09 17:31
	tHb	12.0		g/dL		결과	2019-08-09 17:31
	BE-ECF	-3.6		mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
	BE-B	-2.8		mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
	SBC	22.1		mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
	HCO3-	22.6	21~28	mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
	TCO2	23.9	22~29	mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
	SO2%	99.1	95~98	%	H	결과	2019-08-09 17:31
	O2 Content	17.0	0~9	mL/dL	H	결과	2019-08-09 17:31
	A	92.7		mmHg		결과	2019-08-09 17:31
	AaDO2	-		mmHg		결과	2019-08-09 17:31
	a/A	1.4				결과	2019-08-09 17:31
	pO2/FiO2	642.8		mmHg		결과	2019-08-09 17:31
	Hct	36.0		%		결과	2019-08-09 17:31
Ca++ (Ionized)		4.71	4.5~5.2	mg/dL		결과	2019-08-09 17:31
Mg++(Ionized)		1.55	1.09~1.46	mg/dL	H	결과	2019-08-09 17:31
Glucose		113	70~110	mg/dL	H	결과	2019-08-09 17:31
Na		140.6	135~145	mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
K		5.6	3.5~5.5	mmol/L	H	결과	2019-08-09 17:31
Cl		110	98~110	mmol/L		결과	2019-08-09 17:31
Lactate		0.8	0.5~1.6	mmol/L		결과	2019-08-09 17:31

## 진행단계

### 1. 환자 평가

- 1) 실행목표  
환자의 현재 활력 징후 및 모니터링 확인  
병력 청취
- 2) 진행유도 질문  
왜 칼륨 농도가 높아졌을까요?
- 3) 진행  
병력청취가 끝나면 다음으로 진행

### 2. 약물투여

- 1) 실행목표  
적절한 약물을 투여  
CaCl<sub>2</sub> / Regular insulin / (필요시 Glucose) / Furosemide (Foley insertion 지시가 필요)  
수액 변경 (하트만 용액 → K+이 없는 것으로)
- 2) 진행유도 질문  
약물 투여가 필요해 보입니다.
- 3) 적절한 약물이 투여되면 다음으로 진행
- 4) 상태 악화  
적절한 약물 투여 없이 시간이 계속 지날 경우  
ECG wave의 변화를 준다. Tall T wave → Sine wave → Arrest (Arrest시 상황을 종료한다.)  
약물 투여 농도가 맞지 않을 경우 추적검사 내용에 변화를 준다.  
(Insulin을 너무 많이 준 경우 Glucose level을 낮게 설정)

### 3. 호전단계

- 1) 실행목표  
동맥혈가스분석 추적 검사를 나가 수치가 낮아지는 것을 확인한다.
- 2) 진행유도 질문  
이제 수치가 괜찮아졌을까요?
- 3) 진행  
칼륨 수치가 정상화되면 수술도 함께 종료되면서 시뮬레이션이 종료된다.

체크리스트	
1. 활력 징후 및 모니터링을 확인한다.	
2. 환자의 병력을 청취하며, 칼륨 수치를 올릴만한 것이 있는지 본다.	
3. 자가약 중에 칼륨 수치를 높일 만한 것이 있는지 찾아본다.	
4. 수액이 칼륨이 포함된 것인지 확인한다.	
5. 동맥혈가스분석 상에서 칼륨 외에 나트륨, 칼슘, 및 혈당 수치도 확인한다.	
5. 칼슘을 투여한다.	
6. 인슐린을 투여한다.	
7. 자가 소변이 나오는 사람인지, 도뇨관 삽입이 되어있는지 확인한다.	
8. 도뇨관 삽입 후 이뇨제(Furosemide)를 투여한다.	
9. 약물 투여 후 지속적으로 동맥혈가스분석을 나간다.	
10. ECG 변화가 없는지 살펴본다.	
11. 리더는 팀원의 역할을 정하고 알려준다.	
12. 각 검사 및 수치 변화를 서로에게 공유한다.	
13. 치료 계획에 대하여 서로 상의한다.	